629.19
Ц 663

К. Э. Циолковский.

КОСМИЧЕСКИЕ РАКЕТНЫЕ ПОЕЗДА

(с биографией К. Э. Циолковского — С. В. Безсонова).

Калуга, ул. Брута, 81. Циолковскому. U .d. S. S. R. Kaluga, Brout, 81.
K. E. Ciolkowsky (latin).

КАЛУГА,
Коллектив секции научных работников.
1929.

156748.

2 ч/в

К. Э. Циолковский.

629.19
Ц 663

КОСМИЧЕСКИЕ РАКЕТНЫЕ ПОЕЗДА.

(с биографией К. Э. Циолковского—С. В. Безсонова).

156748.

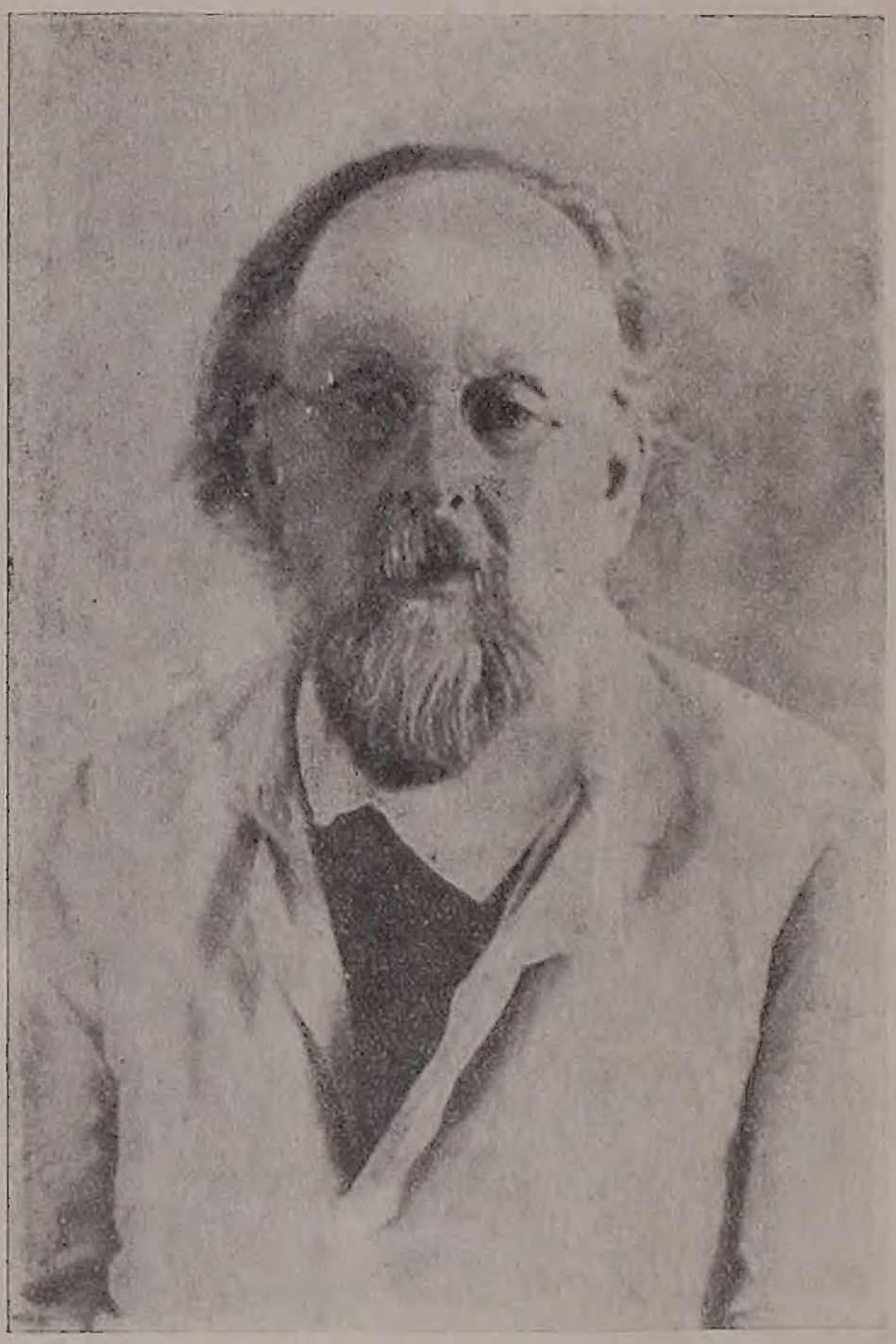
Калуга, ул. Брута, 81, Циолковскому. U. d. S. S. R. Kaluga, Brout, 81.
K. E. Ciolkowsky (latin).

К А Л У Г А,
Коллектив секции научных работников.
1929.

52

Калуга, Гублит № 1266 1929 г. Тираж 2000 экз.

Гостипография КГСНХ.



Константин Эдуардович Циолковский.

К. Э. ЦИОЛКОВСКИЙ.

Небольшой Калужский Коллектив Секции научных работников гордится тем, что в его среде блещет такое европейски известное имя, как **Константин Эдуардович Циолковский**. Только в последние 10—12 лет о Циолковском заговорили всерьез. До Октябрьской же революции большинство патентованных ученых относилось к его опытам и работам в лучшем случае с некоторой иронией, считая этого скромного труженика беспочвенным фантазером. Прогресс современной техники показал, что прогнозы Циолковского не только имеют за собою реальное обоснование, но и близки к осуществлению. Между тем жизнь К. Э. мало кому известна, а появляющиеся в газетах и журналах сведения о нем часто грешат против истины. Опыт настоящей биографии К. Э. и ставит себе задачей дать о нем верные сведения, проверенные частью по документам, а частью в личных беседах с К. Э.

К. Э. Циолковский родился 5 сентября 1857 г. в с. Ижевском, Спасского уезда, Рязанской губернии. Отец К. Э служил в лесном ведомстве. Свои молодые годы К. Э. провел в Рязани. Уже 14 лет, получив из физики некоторое понятие об аэростате, маленький Циолковский пробует надуть водородом мешок из папиросной бумаги и интересуется полетами при помощи крыльев. Лет 15—16 К. Э. серьезно занимается физикой и тогда же, как говорит он сам, у него возникла мысль об аэростате с металлической оболочкой. С 1876 года К. Э. начинает зарабатывать хлеб самостоятельным трудом учителя, преподавая физику и математику. В 1882 году он назначается учителем уездного училища в г. Боровск, Калужской губернии, а с 1892 года переходит в Калугу учителем женского епархиального училища и с тех пор становится постоянным жителем Калуги. Хотя большая семья, скудный заработок, условия провинциальной жизни и отвлекали молодого мечтателя от любимого дела, но все же, энтузиаст, рвущийся сделать что-либо полезное для человечества, находил время и средства для своих опытов и печатания трудов. Первый большой доклад К. Э. сделал в 1887 г. в Московском Обществе Естествознания, а в 1890 г. через Д. И. Менделеева послал в Русское Техническое Общество модель аэростата и работу. „О возможности построения металлического аэростата“, которая, хотя и не была напечатана, но РТО дало отзыв, что Циолковский может современем оказать значительные услуги делу воздухоплавания. Конечно, такой отзыв поддержал молодого ученого и дал ему новые силы и уверенность в дальнейших исследованиях.

К 1891 году относится первая ученая работа К. Э., помещенная в Трудах Общества любителей Естествознания: „Давление жидкости на плоскость“ (Москва, 1891 г. т. 4), в которой К. Э. впервые доказывает, что давление потока на продолговатые поверхности, то больше, то меньше, чем на равновеликий квадрат, смотря по расположению поверхности и ее продолговатости.

В 1892 и 3 г. г. выходят в Москве два выпуска книги: „Аэростат, металлический управляемый“, вызвавший большой шум в тогдашней ученой прессе, почти без исключения утверждавшей, что такой аэростат будет всегда игрушкой ветра. Только через 20 лет после выхода этой книги, современная техника воздухоплавания показала, насколько в свое время был прав К. Э.

Свою мечту о сообщении с мировым пространством К. Э. увлекательно излагает в книге: „Грезы о земле и небе“. Задолго до Ланглея, Максима, Адера и Райт, он дал разработанную теорию аэропланов, их типа, снабдив работу чертежами и расчетами (Москва, 1895 г. Наука и жизнь). Затем выдвигается проект дирижабля: „Железный управляемый аэростат на 200 человек“ (Калуга, 1896 г.) и: „Простое учение о воздушном корабле“ (Москва, Общедоступный техник, 1899 г.). Мы не можем дать даже перечня всех печатных трудов К. Э. за их многочисленностью (свыше 80) и отмечаем только те из них, которые, по нашему мнению, имеют принципиальное значение и дают хотя некоторую возможность проследить эволюцию его творческой мысли.

В 1900 г. Циолковскому несколько материально помогла Академия Наук, но большую часть своих работ он проделывает лично, без привлечения даже рабочей силы: сам столярничает и слесарничает.

В начале 20-го столетия К. Э. выдвигает идею применить ракетный принцип к полетам в пустоте, и дает доказательства возможности путешествия вне земли; идею эту К. Э. проповедует и разрабатывает до сего времени. В 1903 г. он выпускает работу „Исследование мировых пространств реактивными приборами“ (Москва, Научное обозрение), и большую работу с тем же названием, напечатанную в 1911—13 гг. в Вестнике воздухоплавания.

В то же время К. Э. углубляет и разрабатывает свое учение о металлическом дирижабле. Таковы его книги: „Металлический воздушный корабль“ (СПБ № 9 Знание и искусство, 1905 г.), „Металлический аэростат, его выгоды и преимущества“ (СПБ. 1910 г. Воздухоплаватель № 11), „Первая модель чисто металлического аэроната“, (1913 г.), „Таблица металлических дирижаблей“ (1915 г.), „Дополнительные технические данные о металлическом дирижабле“ (1915 г.), „Гондола металлического дирижабля“ (1918 г.).

К работам по космическому полету относятся книги: „Исследование мировых пространств реактивными приборами (Калуга, 1926 г.), „Космическая ракета“ (1927 г.) и печатаемая теперь „Космические ракетные поезда“. В конечном выводе Циолковский стремится создать такой воздушный корабль, на котором бы возможно было совершать путешествия за пределами земной атмосферы. Его межпланетный корабль представляет собою гигантскую ракету, перемещающуюся силою отдачи при помощи взрывчатых веществ. Двигатель обычного самолета заменяется взрывной трубкой, в узкий конец которой накачиваются взрывчатые вещества. Воздушные винты устраняются, крылья, по мере совершенствования, уменьшаются и потом совсем уничтожаются. При самых скромных условиях становится возможным: **вылет из земной атмосферы**, получение космических скоростей и устройство общежития в эфире. Доказывая возможность междупланетных сообщений, К. Э. попутно доказывает и возможность пребывания человека в чуждых для него условиях планетной атмосферы и утверждает, что там человек, сможет развить до колоссальных пределов индустрию, и новые условия жизни будут способствовать громадному росту человечества.

Таким образом, с именем К. Э. Цилковского неразрывно связана история скорой победы человека над беспредельным мировым пространством, и в настоящее время многие ученые работают над углублением его идей и практическим их осуществлением. И сам К. Э. не смотря на преклонный возраст продолжает свои работы, тем более, что в настоящее время, благодаря поддержке Осоавиахима и назначению СовНарКомом персональной пенсии, он получил к тому и материальные возможности.

Помимо работ по воздухоплаванию, К. Э. проявляет себя и как философ-мыслитель, высказывая новые и интересные мысли по разным вопросам, волнующим человечество. Много интересного можно найти в его брошюрах: „Гений и горе“, „Монизм вселенной“, „Причина космоса“, „Ум и страсти“, „Воля вселенной“, „Современное состояние земли“ и мн. др. Крупный деятель науки, живой, неспокойный ум, кипучая энергия, бодрость духа и тела — вот отличительные качества этого интересного человека. Ни годы, ни тяжелые условия прошлого не убили в нем интереса к жизни и к науке. Пускай же и дальнейшая его жизнь будет таким же непрерывным горением на пользу человечества.

Уполномоченный Калужского Коллектива
Секции научных работников **Сергей Безсонов.**

ОТ АВТОРА.

Мне уже 72 года. Я давно не работаю руками и не произвожу никаких опытов.

Над реактивными приборами практически трудятся на Западе со времени издания моей первой работы в 1903 г.

Сначала искали применений к военному делу (Унге в Швеции и Крупп в Германии).

Потом, со времени другого моего труда, в 1911—12 г., работали вообще теоретически и экспериментально (Биркеланд, Годдард). Тогда же высказал свои соображения и Эсно Пельтри.

Но с 1913 г. и в СССР многие заинтересовались вопросами заатмосферного летания,—в особенности, когда увидали серьезное отношение к нему Запада. Первыми забезчиками были: Рюмин, Перельман (очень доступные и научные труды), Шрипкин, Б. Воробьев, Мануйлов, Рябушинский, Шмурло и другие.

Со времени издания в очень распространенном журнале (**Природа и люди, 1918**) моей работы **Вне земли** (отдельное изд. в 1920 г.) заинтересовался звездоплаванием Оберт. Его сочинение дало германским ученым и мыслителям изрядный толчек, благодаря которому появилось много новых работ и работников, каковы: Вольф, Валье, Гефт, Гоманн, Лей, Зандер, Опель, Шершевский, Лаадеман. Последние двое очень усердно (**особенно Лаадеман**) переводили и распространяли мои труды. Тоже делали в СССР Модестов, Баят, Ивановский, Егоров, Давыдов, Лапиров-Скобло и другие (без подписи).

Появились ракетные автомобили, глиссеры, сани и даже аэроплан (под управлением Штамера). Все это было очень несовершенно, но производило много шуму и было полезно как в отношении опытов, так и в отношении распространения интереса среди общества, ученых и строителей.

Стали сильнее распространяться эти идеи и в СССР. Выступили: Ветчинкин (лекции), Цандер и Рынин. Последний своими прекрасными работами, обширными сведениями по литературе вопроса, беспристрастием—особенно способствовал распространению идей звездоплавания. Можно сказать, что первый специалист по этой части у нас проф. Рынин. Тогда же проповедывали новую идею Чижевский, Родных, Строганов, Редин, Соловьев, Глушков и анонимы.

Не только заграницей, но и у нас теперь учреждаются институты и образуются общества, члены которых успешно и талантливо распространяют новые идеи. Таковы: Львов, Перель-

ман, Воробьев, Вейгелин, Родных, Венгеров, Кондратенко, Луценко и другие члены этих обществ. Особенно много написали очень дельных статей Перельман и Львов.

Привет от меня работникам астронавтики как в СССР, так и заграницей. Им придется поработать не один десяток лет. Пока это дело—неблагодарное, рискованное и безмерно трудное. Оно потребует не только чрезвычайного напряжения сил и гениальных дарований, но и многих жертв.

Большинство относится к звездоплаванию, как к еретической идее и ничего не хочет слушать. Другие—скептически, как к вещи абсолютно невозможной, третьи чересчур доверчиво, как к предмету легко и скоро осуществимому. Но первые неизбежные неудачи обескураживают и отталкивают слабых и подрывают доверие общества.

Работающих ожидают большие разочарования, так как благоприятное решение вопроса гораздо труднее, чем думают самые проницательные умы. Их неудачи, истощение сил и надежд заставит их оставить дело незаконченным и в печальном состоянии. Потребуются новые и новые кадры свежих и самоотверженных сил.

Звездоплавание нельзя и сравнивать с летанием в воздухе. Последнее—игрушка в сравнении с первым.

Несомненно достигнут успеха, но вопрос о времени его достижения для меня совершенно закрыт.

Представление о легкости его решения есть временное заблуждение. Конечно, оно полезно, так как придает бодрость и силы.

Если бы знали трудности дела, то многие работающие теперь с энтузиазмом, отпрянулись бы с ужасом.

Но зато как прекрасно будет достигнутое. Завоевание солнечной системы даст не только энергию и жизнь, которые в 2 миллиарда раз будут обильнее земной энергии и жизни, но и простор еще более обильный. Человек в своей власти над Землей владеет, так сказать, только двумя измерениями, третье же ограничено, т. е. распространение вверх и вниз пока невозможно. Тогда же человек получит три измерения...

А отсутствие тяжести, а девственные лучи Солнца, а любая температура, получаемая в сооружениях только силою солнечных лучей, а ничего не стоющее передвижение во все шесть сторон, а познание вселенной... Мы не можем тут оценить всех благ и преимуществ завоевания солнечной системы. Кое что я дал в вышеупомянутом моем сочинении вне земли.

Циолковский.

К. ЦИОЛКОВСКИЙ.

РАКЕТНЫЕ КОСМИЧЕСКИЕ ПОЕЗДА

1. Под ракетным поездом я подразумеваю соединение нескольких одинаковых реактивных приборов, двигающихся сначала по дороге, потом в воздухе, потом в пустоте вне атмосферы, наконец, где нибудь между планетами или солнцами.

2. Но только часть этого поезда уносится в небесное пространство, остальные, не имея достаточной скорости, возвращаются на землю.

3. Одинокой ракете, чтобы достигнуть космической скорости, надо делать большой запас горючего. Так, для достижения первой космической скорости, т.-е. 8 кило в секунду, вес горючего должен быть по крайней мере в 4 раза больше веса ракеты со всем ее остальным содержимым. Это затрудняет устройство реактивных приборов.

Поезд же дает возможность или достигать больших космических скоростей, или ограничиться сравнительно небольшим запасом составных частей взрывания.

4. **Мы будем сначала решать задачу в самом простейшем виде. Предполагаем устройство всех ракет совершенно одинаковым. Запасы горючего и сила взрывания также.** На деле, конечно, должны быть некоторые уклонения. Так, ракеты, двигающиеся по дороге, будут проще, двигающиеся только в атмосфере не имеют надобности снабжаться приспособлениями для продолжительного существования людей в эфирном пространстве.

5. Взрыв начинается с **передней ракеты**, чтобы весь поезд подвергался натяжению, а не сжатию, с которым легче бороться. Кроме того это способствует и устойчивости поезда во время взрывания. При этом можно составить более длинный поезд, а следовательно, и большую скорость при том же запасе горючего **в каждом ракетном вагоне.**

6. Чем короче вагоны, тем больше может быть их число при том же запасе прочности, а чем больше их число, тем окончательная скорость последнего заднего вагона будет больше. Это заставляет стремиться нас делать отдельные снаряды возможно короче. Но диаметр ракетного прибора не может быть меньше одного метра. Значит длина ракетного вагона не может быть менее 10 метров. При меньшей продолговатости сопротивление воздуха окажется чересчур значительным. Для ракет, возвращающихся на землю, это может быть достаточным, но для

космического вагона надо не менее **3 метров в диаметре и 30 метров в длину**. Отсюда вывод: последний космический вагон надо делать обширнее.

7. Устройство космической ракеты очень сложно и будет непрерывно еще усложняться. Мы не имеем цели сейчас входить во все подробности. Тут цель другая: показать выгоды поезда, в отношении окончательной скорости, в сравнении с одиноким реактивным прибором. Возможно, что маленькая ракета, по достижении эфирного пространства, будет **развертываться** в большую. Но мы все это оставим и примем размеры ракеты в 3 и 30 метров.

8. Поперечник ракеты составляет три метра, длина ее 30 метров, толщина стенок—2 мм. (к концам толще). Плотность их материала—8. Площадь среднего сечения 7 кв. м., поверхность 180 кв. м., об'ем 105 кб. м. Ракета может вместить 105 тонн воды. Отсек оболочки в 1 м весит везде одинаково, так как к концам она толще, именно 0,15 тонны. Столько же полагаем на людей, баки, трубы, машины и другие приспособления: всего 0,3 тонны на метр длины. Значит вся оболочка ракеты будет весить $4^1/_2$ тонны. Столько же внутреннее содержание, всего 9 тонн. Из этого веса на людей довольно тонны.

9. Запас взрывчатых веществ положим на 1 метр отсека, 0,9 тонны, а на всю ракету 27 тонн, т.-е. в **три** раза больше, чем весит ракета со всем содержимым. (Соответствующая скорость для одной ракеты, при употреблении нефти, равна 5520 м.). Этот запас в одной ракете займет (при плотности его в единицу) 27 куб. м., т.-е около четвертой доли всего об'ема ракеты. На людей и машины останется 78 куб. м. Если возьмем 10 человек, то каждому достанется около 8 куб. метр., или куб. комната с ребром в 2 матра. Кислорода такого об'ема, при двух атмосферах давления, хватит на дыхание 160 человек в течение 24 часов, или 10 человек в течение 16 дней: конечно, при удалении продуктов дыхания.

Мы хотим показать, что даже такой большой запас горючего не обременителен для ракеты.

10. Взрывание натягивает поезд и вот почему толщина стенок в узких местах ракеты больше: сопротивление разрыву каждого сечения ракеты должно быть одинаково.

11. Оболочка ракеты, при запасе прочности в 5, выдержит сверхдавление в 4 атмосферы. Но так как оно и в пустоте не более двух атм., то запас прочности будет 10.

12. Так как всем ракетам может предстоять планирование, даже последний космической — при ее возвращении на Землю, то каждая ракета имеет такое устройство.

Одиночная надутая оболочка, имеющая, по необходимости форму точеного на токарном станке тела (тела вращения), планировать будет слабо. Надо соединить, напр., три таких поверх-

ности. Надутые воздухом или кислородом, примерно до двух атмосфер они представят собою весьма прочную балку.

13. Крылья мы не можем предложить вследствие значительного их веса.

14. Каждая ракета должна иметь рули: направления, высоты и противодействия вращению. Они должны действовать не только в воздухе, но и в пустоте.

15. Рули находятся в задней части каждой ракеты. Их две пары. За ними сейчас следуют взрывные трубы. Направление их косвенное, немного в бок. Иначе вырывающиеся газы будут давить на заднюю ракету.

Число взрывных труб не менее четырех. Их выходные концы расположены по окружности ракеты, на равных расстояниях друг от друга. Взрывание происходит толчками, как отдельные холостые выстрелы. Эти толчки могли бы повредить ракете. Поэтому полезно число труб делать гораздо более четырех. Выстрелы будут чаще и могут быть распределены так, что давление на ракету от взрывов будет довольно равномерно.

Каждая пара рулей находится в одной плоскости (параллельной длинной оси ракеты), но отклонение их от нее может быть неодинаково. Тогда ракета начнет вращаться. Из этого видно, что любая пара может, в этом случае, служить для устранения вращения ракеты. Каждая пара, кроме того, служит для управления направлением снаряда в данной плоскости. В общем получается желаемое направление в пространстве и отсутствие вращения. Поток взрывающихся газов направляется на эти рули. Понятно, после этого, что они служат не только в воздухе, но и в пустоте.

16. Маленькие кварцевые окна дают несколько солнечных пятен внутри ракеты, нужных при управлении. Другие большие окна закрыты снаружи ставнями. Потом, в разреженной атмосфере или в пустоте, их открывают.

17. Носовая часть занята людьми. Далее следует машинное отделение (насосы и двигатели для них), наконец, кормовая часть занята взрывными трубами и окружающими их баками с нефтью. Последние окружены баками с свободно испаряющимся жидким и холодным кислородом.

18. Дело происходит, приблизительно, так. Поезд, из пяти ракет скользит по дороге в несколько сот верст длиною, поднимаясь на 4—8 верст от уровня океана. Когда передняя ракета почти сожжет свое горючее, она отцепляется от четырех задних. Эти продолжают двигаться с разбегу (по инерции), передняя же уходит от задних вследствие продолжающегося, хотя и ослабленного взрывания. Управляющий ею направляет ее в сторону и она понемногу спускается на землю, не мешая движению оставшихся сцепленными четырех ракет.

Когда путь очищен, начинает свое взрывание вторая ракета (теперь передняя). С ней происходит то же, что и с первой:

она отцепляется от задних трех и сначала обгоняет их, но потом, не имея достаточной скорости, поневоле возвращается на планету.

Также и все другие ракеты, кроме последней. Она не только выходит за пределы атмосферы, но и приобретает космическую скорость. Вследствие этого она или кружится около Земли, как ее спутник, или улетает далее — к планетам и даже иным солнцам.

19. Для одинокой ракеты мы имеем формулу (см. мое исследование 26 года. Форм. 38):

$\frac{Скр_1}{Ско} = Le\left(1+\frac{Мо_1}{Мр_1}\right)$, где дано отношение окончательной скорости ракеты ($Скр_1$) к скорости отброса (Ско), в зависимости от отношения полной массы отброса ($Мо_1$) или горючего к массе ракеты со всем содержимым, кроме составных частей взрыва. Знак (Le) означает натуральный логарифм.

20. Эту формулу можно применить и к сложной ракете, т.-е. к поезду из реактивных приборов. ($Скр_1$) будет означать прибавочную скорость (Скп) каждого поезда от взрывания вещества в одной ракете. Относительная скорость отброса (Ско) всегда остается одна и та же. Масса отброса ($Мо_1$) — также. Но масса ракеты ($Мр_1$) не есть масса одной ракеты, а целого поезда, без массы взрывного материала ($Мо_1$) передней ракеты, которая действует на весь поезд со всем его еще нетронутым горючим.

21. Поэтому мы должны заменить в формуле 19 массу ракеты ($Мр_1$) массою поезда (Мп) по формуле:

$Мп = (Мр_1 + Мо_1) \cdot Чр. - Мо_1$, где (Чр) означает число ракет. Очевидно, что это выражение относится не только к полному поезду, состоящему из определенного числа ракет ($Чр_1$) но ко всякому другому частному поезду (после убыли нескольких передних ракет), состоящему только из меньшего их числа (Чр).

22. Теперь, вместо 19 формулы получим:

$$\frac{Скп}{Ско} = Le\left\{1+\frac{Мо_1}{(Мр_1+Мо_1)\cdot Чр - Мо_1}\right\}.$$

23. Для первого поезда, состоящего из наибольшего числа ($Чр_1$) ракет, получим:

$$\frac{Скп_1}{Ско} = Le\left\{1+\frac{1}{\{(Мр_1 : Мо_1)+1\}\cdot Чр_1 - 1}\right\}$$

24. Для второго поезда, в котором одной ракетой меньше, найдем:

$$\frac{Скп_2}{Ско} = Le\left\{1+\frac{1}{\{(Мр_1 : Мо_1)+1\}\cdot (Чр_1 - 1) - 1}\right\}.$$

25. Также и для остальных. Вообще же для поезда порядка (X) будет:

$$\frac{\text{Скпх}}{\text{Ско}} = \text{Le}\left\{1 + \frac{1}{\{(\text{Мр}_1 : \text{Мо}_1) + 1\} \cdot (\text{Чр}_1 - \text{X} + 1)}\right\}.$$

26. Напр., для последнего поезда $X = Чр_1$. Подставив, получим формулу 19 для одинокой ракеты.

27. Скорость первого поезда выражается формулой 25, **полная** скорость второго суммою скорости первого поезда и **прибавочной** скорости второго. Вообще полная скорость поезда порядка (X) выражается суммою прибавочных скоростей (25) первых (X) поездов. Полная скорость последней задней ракеты будет равна сумме прибавочных скоростей **всех** поездов, от самого сложного до последнего, состоящего из одной ракеты (порядка $Чр_1$).

28. Из общей формулы (25) мы видим, что прибавочные скорости поездов тем больше, чем меньше осталось ракет. Наименьшая прибавочная скорость — у полного поезда, наибольшая — у последнего, когда $X = Чр_1$, т. е. когда в нем осталась только одна ракета. Прибавочные скорости возрастают весьма медленно и поэтому очень большое число ракет даст мало выгоды, т. е. немного увеличивает полную скорость последней ракеты.

Все же возрастание космической скорости было бы безграничным, если бы не ограниченная крепость материала, из которого сделаны ракеты.

29. Вычисления можно упростить, если считать поезда с конца, в обратном порядке, т. е. последний поезд из одинокой ракеты считать за первый, предпоследний — за второй и т. д. Тогда порядковое число будет (У) и мы получим:

$$У + X = Чр_1 + 1.$$

30. Выключая с помощью этого уравнения (X) из уравнения 25, получим:

$$\frac{\text{Скпу}}{\text{Ско}} = \text{Le}\left\{1 + \frac{1}{\{(\text{Мр}_1 : \text{Мо}_1) + 1\} \cdot y - 1}\right\}.$$

Этим мы доказали, что при счете поездов с конца **прибавочная** скорость не зависит от полного числа ракет ($Чр_1$) в поезде, а только от **обратного** их порядка (у).

31. Так составим таблицу, по которой легко будет узнавать полную скорость каждого частного поезда и наибольшую полную скорость последнего поезда, состоящего из одной ракеты.

Порядок (у) поезда с конца.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Порядок с начала (X).

10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

Относит. прибавочная скорость, если $Мр_1 : Мо_1 = 1/3$

1,386 0,470 0,262 0,207 0,166 0,131 0,113 0,100 0,09 0,08

Относит. окончательная скорость последнего поезда (из одной ракеты), состоящего в начале движения из нескольких ракет.

1,386 1,856 2,118 2,325 2,491 2,622 2,735 2,835 2,925 3,005

32. Если, напр., у нас поезд из 4 ракет, то последняя окончательная относительная скорость будет 2,325, т. е. она будет во столько раз больше скорости отброса.

Скорости частных поездов (при четырех ракетах) в нормальном порядке (X) можно узнать из второй строки. Они будут по времени, начиная с самого сложного:

0,207; $0,207 + 0,262 = 0,469$; $0,469 + 0,470 = 0,939$; $0,939 + 1,386 = 2,325$. Для поезда из десяти ракет полная скорость последней ракеты = 3,005. Скорости частных поездов этого поезда, по порядку (X), узнаем также из второй строки, складывая ее числа, начиная справа.

33. Истинные скорости можем определить, зная скорость отброса ($Ско_1$), т. е. вылетающих из взрывной трубы продуктов горения. Получим такую таблицу.

Число ракет в поезде.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Окончательная секундная скорость последнего поезда в килом., если $Мр_1 : Мо_1 = 1/3$ и Ско = 3 кило.

4,17 5,58 6,36 6,96 7,47 7,86 8,19 8,49 8,76 9,00

Тоже, но Ско = 4 кило.

5,56 7.49 8,49 9,28 9,96 10,48 10,92 11,32 11,68 12,00

Тоже, но Ско = 5 кило.

6,95 9,30 10,60 11,60 12,45 13,10 13,65 14,15 14,60 15,00

Даже при употреблении нефти и использовании энергии горения в 50% (Ско = 3), при 7 — 8 поездах, получается космическая скорость. При большем использовании она получается уже при трех и даже двух поездах. Для удаления от Земли и достижения планет до астероидов может быть достаточно десятиракетного поезда.

34. Если в форм. 30 масса ракеты ($Мр_1$) велика в сравнении с массой отброса ($Мо_1$), или частный поезд содержит много ракет, т. е. (у) велико, то второй член в форм. 30 представит малую правильную дробь (Z).

Тогда можем положить приблизительно:

$$Le\,(1+Z) = Z - \frac{Z^2}{2} + \frac{Z^3}{3} - \frac{Z^4}{4} \ldots$$

Чем меньше дробь (Z), тем меньше можем брать членов.

35. Положим, напр., как раньше: $Мр_1 : Мо_1 = 1/3$ и $у = 6$. Тогда $Z = 1/7$.

Первое приближение по 34 даст $1/7 = 0{,}143$. Это немного больше, чем по таблице 31 (0,131). Второе приближение будет 0,133, что еще ближе к истине. Если возьмем девятиракетный поезд, то $Z = 1/11$ и первое приближение даст $Z = 0{,}91$, что уже почти согласуется с таблицей.

36. Итак, начиная с 11-го поезда можем смело положить:

$$\frac{Скпу}{Ско} = Z = 1 : \left\{ \left(\frac{Мр_1}{Мо_1} + 1 \right) . \ у - 1 \right\} .$$

37. Сумму прибавочных скоростей поездов далее 11-го с конца можем узнать, приблизительно, интегрированием выражения 36-го. Именно получим:

$$\frac{Мо_1}{Мо_1 + Мр_1} . \ Le \left\{ \left(\frac{Мр_1}{Мо_1} + 1 \right) . \ у - 1 \right\} + \text{постоянное}.$$

Если пост $= 10$, то сумма прибавочных скоростей равна нулю.

$$\text{Следов. пост.} = - \frac{Мо_1}{Мо_1 + Мр_1} Le \left\{ \left(\frac{Мр_1}{Мо_1} + 1 \right) . \ 10 - 1 \right\} .$$

Значит для суммы прибавочных скоростей получим:

$$\frac{Мо_1}{Мо_1 + Мр_1} . \ Le \left\{ \frac{\left(\frac{Мр_1}{Мо_1} + 1 \right) . у - 1}{\left(\frac{Мр_1}{Мо_1} + 1 \right) . 10 - 1} \right\} .$$

38. Полагая тут $у = 11$ (одиннадцатый поезд, т. е. прибавку одной ракеты к десяти), найдем относит. прибавочную скорость в 0,077. (См. табл. 31).

Если мы прибавим 10 поездов, то $у = 20$ и суммированная прибавочная скорость десяти поездов будет 0,55. При скорости отброса в 4 кило прибавка абсолютная составит 2,2 кило.

Прибавим 90 ракет. $у = 100$ и прибавочная скорость будет 1,78. Абсолютная прибавка (Ско $= 4$ к.) равна 7,12 кило. По табл. 33 десять поездов при тех же условиях дают 12 кило. Значит сто поездов дадут секундную скорость в 19,12 кило. Это более чем нужно для удаления к иным солнцам.

При 50% использовании горючего (табл. 33) найдем, что скорость от 100 поездов будет $9 + 5{,}34 = 14{,}34$ кило в секунду.

39. При более чем ста ракет в поезде можем суммированную прибавочную скорость выразить формулой (из 37):

$$\frac{Мо_1}{Мо_1 + Мр_1} . \ Le \left(\frac{у}{10} \right)$$

40. Напр., для тысячи поездов наибольшая относит. скорость будет 3,454. Если $Ско_1 = 4$, то абсол. прибавка от 990 ракет = 13,82, а всего от тысячи ракет получим 25,82 кило в секунду.

41. Представим себе сначала горизонтальное движение всех поездов. У последней ракеты будет наибольшее секундное ускорение (прибавка скорости в 1 секунду). На практике удобно, чтобы сила взрывания была постоянной. Если это будет так, то ускорение одинокой ракеты сначала будет слабее, потому что масса будет велика, ибо горючее еще не израсходовано. Потом, по мере его сгорания, ускорение будет больше. Так, при нашем тройном запасе в начале ускорение будет в 4 раза больше, чем в конце, когда весь взрывной материал вышел.

42. При взрывании нормальном к направлению тяжести пользоваться большим ускорением (на твердом пути, в воздухе или в пустоте) невыгодно. Во-первых, понадобятся особые предохранительные средства для спасения пассажира от усиленной тяжести, во-вторых, самая ракета должна делаться прочнее, а стало быть, и массивнее, в третьих, взрывные трубы и другие машины должны быть тоже крепче и массивнее.

43. Примем наибольшее ускорение поезда в 10 метров. Такое же ускорение в 1 секунду Земля сообщает свободно падающим предметам. Ясно, что подобное ускорение будет в последнем поезде из одинокой ракеты—притом в конце **равномерного** взрывания. Мы допустим, что сила этого взрывания уменьшается пропорционально уменьшению полной массы ракеты, так что ускорение все время будет постоянным и равным 10 метр. в сек.

44. Масса поездов из двух и более ракет мало изменяется, и потому там силу взрывания можем принять постоянной. Там ускорение можем считать неизменным. Притом оно будет тем меньше, чем число ракет в поезде больше. Так, что некоторая неравномерность ничему повредить не может.

45. Ускорение второго поезда (с конца) будет вдвое меньше, так как масса его вдвое больше. Десятого—в десять раз меньше, так как он содержит 10 ракет одинаковой массы и т. д.

Выходит, что напряжение горизонтального поезда или его относительный вес не зависит от числа ракет. Действительно, если даже будет 1000 ракет, то натяжение его будет с одной стороны, благодаря массе, в 1000 раз больше, с другой, благодаря малому ускорению, в 1000 раз меньше. Очевидно, поезд из сколько угодного числа ракет будет иметь такое же натяжение, как и состоящий из одной ракеты.

46. Если натяжение поезда длинного больше, то только благодаря трению и сопротивлению воздуха. Этим мы пока пренебрежем.

47. Наклон пути к горизонту также увеличивает натяжение поезда пропорционально его длине. Но если мы примем кривой путь, постепенно восходящий, причем наклон его будет (тангенс

или синус наклона) очень мал и пропорционален ускорению поезда, то и этим обстоятельством можем пренебречь.

48. Имея все это в виду, вычислим времена, скорости, рейсы и под'емы поездов. (См. таб. 49).

Очень удобно допустить, что **взрывной отдел в каждой ракете устроен и действует одинаково. Тогда время взрывания, при полном израсходовании одного и того же запаса горючего, также будет одинаково во всех ракетах.**

Если получим первую космическую секундную скорость в 8000 метров, то там, вне атмосферы, давлением света или другим способом, уже легко будет удаляться от Земли и путешествовать в пределах солнечной системы и даже далее (см. **исследование 26 года, стр. 80).**

49. Поезд в 5 ракет.

	Нумера поездов в хронологическом порядке.				
1	1	2	3	4	5
	Число ракет в каждом поезде.				
2	5	4	3	2	1
	Среднее секундное ускорение в метрах.				
3	2	2,5	3,33...	5	10
	(Время взрывания постоянно). Относительная прибавочная скорость каждого поезда.				
4	0,2	0,25	0,333...	0,5	1,0
	Окончательная относит. скорость каждого поезда.				
5	0,2	0,45	0,783	1,283	2,283
	Абсол. скорость каждого поезда, если прибавочную скорость последней ракеты принять в 5520 м. (см. **исследование** 26 года).				
6	1104	2484	4322	7082	12602
7	Время взрывания в секундах = 1104:2 = 552 = 5520:10 = 552. Оно одно и то же для всех ракет.				
	Средняя скорость каждого поезда в метрах.				
8	552	1242	2161	3541	6301
	Весь пройденный каждым поездом путь в километ. (при взрывании).				
9	288,14	685,58	1192,87	1954,63	3478,15
	Тангенс наклона.				
10	0,02	0,025	0,033...	0,05	0,1
	Отвесный полный под'ем кажд. поезда в километ.				
11	5,76	17,1	39,6	97,7	347,8
	То же, если наклон вдвое меньше.				
12	2,88	8,5	19,8	48,8	173,9
	Окончательные скорости при 50% использовании взрывных веществ, когда скорость одиночной ракеты = 3900 в сек.				
13	780	1755	3054	4992	8892
	Длина поездов в метрах.				
14	156	120	90	60	30

15948/1

50. Из 6 строки видим, что пятикратный поезд дает скорость, достаточную для удаления от Земли и даже от ее орбиты. Почти первую космическую (8000 м.) скорость приобретает предпоследний поезд, состоящий из двух ракет. Так что ему немного не хватает, чтобы носиться вне атмосферы, кругом Земли, вместе с последней ракетой, взрывчатый материал которой еще не израсходован. Понятно, что он может быть заменен каким либо другим грузом. Отсюда видна возможность делать спутниками Земли целые нагруженные поезда, если полное число составных частей поезда, т. е. ракет, достаточно велико.

51. Из 7 строки видно, что время взрывания в каждом поезде равно 552 сек. или = 9,2 минуты. Пять поездов возьмут 46 минут времени. Значит менее, чем в час все будет закончено, и последняя ракета сделается блуждающим телом.

Запас взрывных веществ у нас втрое более веса ракеты с остальным содержимым и потому равен 27 тонн. Следовательно, в секунду должно взрываться 48,9 килогр. **Равномерность действия требует большого числа взрывных труб.** Если в каждой ракете их будет 40, а мотор дает в секунду 30 оборотов, или 30 накачиваний (порций) в секунду, то каждая порция составит 0,041 килогр. или 41 грамм. С чем сравнится эта канонада!.. 1200 холостых выстрелов в секунду, в 41 грамм сильного взрывчатого вещества каждый. И она продолжается последовательно и непрерывно во всех ракетах в течение 46 минут.

52. Мы дали для размеров ракеты, для ее поперечника 3 метра. На первое время можно ограничиться одним метром. Тогда вся эта ужасающая картина ослабится в 27 раз (три в кубе). Мы говорили, что в этом случае последняя космическая ракета может особым образом развернуться и быть просторным помещением для человека. Но об этом в другом месте.

53. Из 9 строки видно, что пути, пройденные поездами, не превышают размеров земного шара. Но отвесный под'ем каждого поезда (стрк. 11) гораздо меньше Так только первый поезд, прокатясь по Земле 288 килом., поднимается на высоту 5—6 кило. Второй поезд уже скоро должен оставить твердую дорогу и лететь в воздухе. Последняя ракета, не кончив еще взрывания, улетает уже за пределы атмосферы. Это — когда наибольший тангенс угла под'ема (у последнего поезда) равен 0,1, а соответствующий угол с горизонтом — 6 градусов. Для первого поезда он немного более 1°, для второго — 2° и т. д.

54. При наклоне вдвое меньшем (стрк. 12) уже два поезда могут время своего взрывания проводить на твердом пути. Высота земных гор еще позволяет это. Тогда твердый путь составит около 600—700 кило.

55. В стрк. 13 мы предположили 50% использования энергии взрывных веществ. И тогда последний поезд получает скорость на много превосходящую первую космическую (8 кило). Ракетные рейсы, понятно, при этом будут короче.

56. Наибольший начальный поезд имеет в длину 150 метров. Если же ограничиться на первое время втрое меньшими размерами, то всего получим для пятиракетного поезда 50 метров.

57. Мы уже говорили, что прочность поезда (на разрыв) не зависит от числа ракет на горизонтальном пути. Однако, достаточна ли прочность одинокой ракеты?

Площадь сечения **оболочки** ракеты везде одинакова и равна (при толщине в 2 мм.) 18000 кв. м.м. Сопротивление разрыву, при шестикратном запасе прочности, будет не менее 180 тонн. Ракета со всем содержимым (и горючим) имеет массу в 36 тонн. Ускорение в 10 метров, в связи с обыкновенной тяжестью, создаст относительную тяжесть в 1,4 раза больше земной. Но горизонтальная составляющая будет только равна земной. Таким образом ракета подвергается натяжению равному 36 тоннам. Эта разрушающая сила в 5 раз меньше силы сопротивления материала. Если же примем ракеты в три раза меньшего диаметра и длины, то разрушающая сила будет в 15 раз меньше прочного сопротивления.

58. Наклонное движение увеличивает это разрушающее влияние. Но оно для всех поездов одинаково. Так, для одинокой ракеты, наклон наибольший и увеличивает напряжение только на 0,1. Наклон, напр., пятикратной ракеты в 5 раз меньше, так что несмотря на большую массу, напряжение будет увеличено (в сумме) тоже на 0,1.

59. Отсюда видно, что ракеты могли бы делаться менее массивными, если бы не газовое сверхдавление, неизбежное в пустоте. Его все же можно уменьшить в 4 раза, так как, вместо 4 атмосфер сверх давления, можно ограничиться одной. Однако, оболочка окажется для малых ракет непрактично тонка.

60. В виду избыточной крепости поезда на растяжение, мы предложим еще таблицы на поезда из 1, 2, 3, 4 и 5 ракет. Но здесь мы допускаем, что **сила и скорость взрывания одной и той же массы взрывного материала пропорциональны массе поезда.** Так, первый поезд, положим из 5 ракет, тянется силою в пять раз большею, чем одна ракета и потому **оба поезда имеют одно и то же ускорение.** Также и все частные поезда одного и того же обоза. Выходит, что несмотря на различие в числе ракет разных поездов у нас как бы движется одно тело с неизменным секундным ускорением. Но времена взрывания, конечно, обратны массам частных поездов (ибо чем сильнее взрывание, тем скорее оно кончается).

61. Во всех таблицах (см. 62 и 63) мы принимаем окончательную суммовую скорость последней ракеты, равной первой космической скорости в 8 кило. Таблицы, между прочим, дают ответ на вопрос: какая же при этом требуется прибавочная скорость для одинокой ракеты. Из 5 строки таблиц мы видим, что эти наибольшие прибавочные скорости будут таковы для разных поездов.

Число ракет в поезде:

1	2	3	4	5

Требуемая прибавочная скорость от одинокой ракеты в кило:

8	5,3	4,4	3,8	3,5

Мы видим, что прибавочная скорость тем меньше, чем число ракет в поезде больше. Так для пятиракетного поезда она только 3,5 кило в секунду, что достигается при относительном запасе горючего в 1 или 1,5.

Из 10 и 16 строк видим, что длина рейсов по твердому грунту тут гораздо меньше. Также весь процесс взлета короче всего 800 секунд или 3,3 минуты, так как секундное ускорение (10 м.) не уменьшается, пока идет взрывание.

62. Длина ракеты 30 м.

1 ракета.	2 ракеты.		3 ракеты.		
Нумера поездов.					
1	1	2	1	2	3
Число ракет и относительная сила взрывания.					
1	2	1	3	2	1
Относительное время взрывания.					
1	1	2	1	1,5	3
Относительное время ускоренного движения каждого поезда.					
1	1	3	1	2,5	5,5
Окончательная скорость каждого поезда, в метрах.					
8000	2667	8000	1454	3636	8000
Прибавка скорости каждого поезда.					
8000	2667	5333	1454	2182	1364
Время движения каждого поезда с предыдущими. Секунды.					
800	266,7	800	145,4	363,6	800,0
Время движения одного поезда. Секунды.					
800	266,7	533,3	145,4	218,2	436,4
Средняя скорость каждого поезда. Метры.					
4000	1333,3	4000	727,2	1818,2	4000,0
Длина пути каждого поезда с предыдущими. Киломе.					
3200	355,5	3200	105,7	661,1	3200
Пролет каждого поезда отдельно. Киломе.					
3200	355,5	2844,5	105,7	555,4	2538,9
Высота поднятия.			Синус угла = 0,30		
960	106,7	960	31,7	198,3	960
То-же.			Синус угла = 0,25		
800	88,9	800	26,4	166,3	800,0

	То-же.			Синус угла=0,20		
640	77,1	640	21,1	132,2	640,0	
	То-же.			Синус угла=0,15		
480	53,3	480	15,8	99,2	480,0	
	То-же.			Синус угла=0,10		
320	35,5	320	10,6	66,1	320,0	
	Длина всего поезда в метрах.					
30	60	30	90	60	30	

63. Длина ракеты=30 м.

Четыре ракеты.				Пять ракет.				
Нумера поездов.								
1	2	3	4	1	2	3	4	5
Число ракет в каждом и относительная сила взрывания.								
4	3	2	1	5	4	3	2	1
Относительное время взрывания каждого поезда.								
1	1,33	2	4	1	1,25	1,67	2,5	5
Относительное время ускоренного движения каждого поезда.								
1	2,33	4,33	8,33	1	2,25	3,92	6,42	11,42
Окончательная скорость каждого поезда, в метрах.								
960,4	2237,7	4158,5	8000	700,6	1576,3	2746	4497,8	8000
Прибавка скорости каждого поезда. В метрах.								
960,4	1277,3	1920,8	3841,5	701	876	1170	1752	3502
Время движения каждого поезда с предыдущими. Секунды								
96,0	223,8	415,8	800,0	70	158	275	450	800
Время ускоренного движения одного поезда. Секунды.								
96,0	127,8	192,0	384,2	70	88	117	175	350
Средняя скорость каждого поезда. Метры.								
180,2	1118,8	2079,2	4000,0	350	788	1373	2249	4000
Длина рейса каждого поезда с предыдущими. Километ.								
46,08	250,43	864,45	3200	24,50	124,50	377,57	1012,05	3200

Пролет каждого поезда отдельно. Километры.

46,1	204,3	614,0	2335,6		24,5	100,0	253,1	634,4	2185.6
Высота поднятия.					Синус угла = 0.3				
13,8	75,1	259,3	960,0		7,35	37,35	112,28	303,61	969
То-же.					Синус угла = 0,25				
11,5	62,6	216,1	800,0		6,1	31,1	94,4	253,0	800
То-же.					Синус угла = 0,20				
9,6	50,1	172,9	640,0		4,9	24,9	75,5	204,4	640
То-же.					Синус угла = 0,15				
6,9	37,5	129,7	480,0		3,67	18,6	56,7	151,8	480
То-же.					Синус угла = 0,1				
4,6	25,0	86,4	320,0		2,45	12,4	37,8	101,2	320

Длина всего поезда в метрах.

120	90	60	30		150	120	90	60	30

64. Наклон твердой дороги к горизонту и тут надо признать очень малым, но постоянным, напр., в 6 градусов, причем синус угла будет равен 0,1. Дорога выйдет прямой, но не вогнутой, как в случае непостоянного секундного ускорения частных поездов.

65. Для поездов из 2, 3 и 4 ракет можно допустить не только ускорение постоянным, но и время взрывания таким же неизменным. Но для этого **запас горючего** в каждой ведущей ракете должен быть **пропорционален силе взрывания**, или **массе** каждого частного поезда. Значит первые ракеты (или поезда) не только взрывают скорее, но и дольше, чем по таблицам 62 и 63, в силу большего запаса горючего. Тут также все частные поезда двигаются, как одно тело с постоянным ускорением. На этом основании составим следующую таблицу (см. табл. 66).

66. Длина ракеты 30 м.

2 ракеты.		3 ракеты.			4 ракеты.			
Нумера поездов.								
1	1	2	1	2	3	1	2	3

Число ракет в частном поезде, относительная сила взрывания и запас горючего.

2	2	1	3	2	1	4	3	2	1

Относительное время ускоренного движения каждого поезда.

3	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Относительное **полное** время взрывания каждого поезда.

4	1	2	1	2	3	1	2	3	4

Окончательная скорость каждого поезда в километр.

5	4	8	2,7	5,3	8	2	4	6	8

Прибавочная скорость каждого поезда.

6	4	4	2,7	2,7	2,7	2	2	2	2

Полное время движения каждого поезда, если секундное ускорение всегда равно 10 метрам.

7	400	800	267	533	800	200	400	600	800

Время движения **одного** поезда, в секундах.

8	400	400	267	267	267	200	200	200	200

Средняя скорость каждого поезда в километр.

9	2	4	1,33	2,67	4 00	1	2	3	4

Полная длина пути каждого поезда (с предыдущими) в километр.

10	800	3200	355,5	1422	3200	200	800	1800	3200

Пролет каждого поезда отдельно.

11	800	2400	355,5	1066,5	1778	200	600	1000	2200

Полная высота поднятия в килом. Синус угла=0,1. Уг=6°.

12	80	320	35	142	320	20	80	180	3200

Длина поездов в метрах.

13	60	30	90	60	30	120	90	60	30

67. Наклон твердой дороги к горизонту и вообще тут может быть постоянным. Напр., тангенс угла (6°) наклона равен 0,1. Даже первый частный поезд тут только часть пути может итти по твердому грунту. Другая большая часть совершается в атмосфере.

Из 6 строки видно, что прибавочные скорости одинаковы для частных поездов одного кортежа, и тем меньше, чем число ракет в кортеже больше. Для четырех-ракетного поезда прибавочная секундная скорость только 2 кило, что соответствует относительному запасу горючего от 0,5 до 0,7 (по отношению к массе ракеты без взрывчатых веществ).

Передние земные поезда и могут иметь большую массу горючего, так как число людей на них может быть меньше и оборудование их проще, ибо они возвращаются сейчас же на Землю.

68. Все же наиболее практичны и осуществимы поезда — из одинаково устроенных ракет, с неизменным запасом горючего и постоянною силою взрыва (см. 4). Они же могут состоять и из громадного числа членов (отдельных ракет), что увеличивает окончательную скорость, или позволяет довольствоваться небольшим запасом горючего в каждой отдельной ракете (или слабым его использованием). Одним словом, **при несовершенстве реактивных приборов, можно** тогда **получить космические скорости.**

Вот таблица (69) на десятиракетный поезд. Время взрывания (3 стк.) в каждом частном поезде одно и тоже, что следует из одинакового устройства членов поезда. Если это время означим через (x), и будем требовать от последней ракеты (поезда) первой космической скорости, то, на основании четвертой строки, имеем: $70...1\,x + 1{,}1\,x... + 1{,}25\,x... + 2\,x... + 5\,x + 10\,x = 29{,}29.x = 8000$, откуда $x = 273{,}1$ секунды.

69. Длина одной ракеты = 30 м. Ракеты одинаковы по устройству и запасу горючего.

Нумера частных поездов.

1. 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Число ракет в каждом частном поезде.

2.	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

3. Время взрывания одно и тоже.

Секундное ускорение каждого поезда в метрах.

4.	1	1,111	1,250	1,429	1,667	2	2,5	3,333	5	10

5. Если желаем достигнуть первой космической скорости 8 кило, то время взрывания будет = 8000 м. : 29,29 = 273,1 сек.

Прибавочная скорость каждого поезда в метрах.

6. 273 301 313 391 456 546 682 1009 1365 2734

Окончательная скорость каждого поезда в метрах.

7. 273 574 917 1308 1764 2310 2992 3901 5266 8000

Средняя скорость каждого поезда в метрах.

8. 136 287 458 654 882 1155 1496 1950 2633 4000

Длина пути каждого поезда в килом. (см. 3 и 5 строки)

9. 37,1 78,3 125,0 178,5 240,8 315,3 408,4 532,3 718,8 1092,4

Весь пройденный путь каждого поезда с предыдущими в килом.

10. 37,1 115,4 240,4 418,9 659,7 975,0 1383,0 1915,7 2634,5 3726,9

Наклон пути каждого частного поезда. Тангенс угла (6°) последнего примем в 0,1. Наклон других пропорционален ускорению.

11. 0,01 0,0111 0,0125 0,0143 0,0167 0,02 0,025 0,0333 0,05 0,1

Полная высота поднятия каждого поезда в килом.

12. 0,371 0,870 1,562 2,553 4,021 6,306 10,21 17.72 35,94 109,24

Полная высота в килом.

13. 0,371 1,241 2,803 5,356 9.377 15,683 25,89 43,61 79,55 188,79

Высота по отношению к рейсу (12 и 10).

14. 0,01 0,01090 0,01179 0,01278 0,0140 0,0161 0,0187 0,0227 0,0302 0,0508

Полное время взрывания каждого поезда в секундах.

15. 273 546 819 1092 1365 1638 1911 2184 2457 2730

71. Наибольшая прибавочная скорость, требуемая от последней одинокой ракеты, будет только 2,7 кило (6°), что соответствует относительному запасу горючего от 0,8 до 1. Если же запас будет больше, то и окончательная скорость будет больше. Но на первое время это не нужно.

72. Первые 4 поезда могут итти по твердому грунту, причем под'ем = 6 кило, а длина всего пути 419 кило (см. 13 и 10 строки). Это допустимо для Земли. Пятый поезд заканчивает свой путь в атмосфере, а остальные 5 даже начинают его в ней. В виду шарообразности Земли, поднятие для последних поездов гораздо больше, чем видно из строки 12.

Длина всего пути, во время взрывания, достигает 3-х тысяч верст.

73. Твердая дорога крива: вогнута (см. стк. 14). Точные вычисления относительно этой кривизны дают формулы чересчур сложные (со вторыми производными) и мы их тут не можем приводить, чтобы не затемнять главного. Но допустим, что кривизна пути постоянна для каждого поезда. Известная элемен-

тарная теорема нам дает: $p = P^2 : 2B$, где по порядку означены: радиус кривизны, пройденный путь и отвесное поднятие (B). Строки 10 и 13 позволяют определить радиус кривизны для каждого участка пути. Так для 1-го, 5-го и последнего, т.-е. 10-го найдем в километрах: $p = 1850$, 23220 и 36770. Отсюда видно, что радиусы кривизны возрастают От этого центробежная сила уменьшается. Но она, в тоже время, растет, от увеличения скорости поездов (истинные радиусы больше, а потому истинная центробежная сила меньше).

74. Для трех этих случаев вычислим ее в метрах секундного ускорения. Как известно она равна $ц = Ск^2 : p$, где означены центробежная сила, скорость движения и радиус кривизны пути. Эта формула, строка 7 и параграф 73 дают: $ц = 0{,}04$, 1,34 и 1,74. По отношению к силе земной тяжести (10 м. ускорения в секунду) это составляет от 0,004 до 0,17. Но не забудем, что только четвертый поезд может двигаться по твердому пути и развивать центробежную силу. Остальные двигаются в атмосфере, и тогда центробежной силы может совсем не быть: вообще она будет зависить от нас, т.-е. от управления (от наклона рулей). Для 4-го поезда $p = 16360$ и $ц = 1{,}05$, т.-е. сила, придавливающая поезд к пути, не более одной десятой тяжести поезда (на деле еще меньше).

75. Обратимся, вообще, к относительной силе тяжести, образующейся в поезде во время его движения. Центробежная сила прижимает поезд к дороге сначала незаметно, потом сильнее, но максимум не доходит до 0,1 тяжести Земли. Этой силой мы пренебрежем. Вторая, нормальная к ней, сила зависит от ускоренного движения поезда. Наибольшая величина его равна земному ускорению (10 м.). Этой величиной уже пренебречь нельзя. Слагаясь с притяжением Земли, обе силы дают ускорение, приблизительно, равное 14 м., что в 1,4 раза больше земного ускорения. Человек весом в 75 килограмм, будет весить в поезде не более 105 кило. Такое увеличение тяжести, в течение немногих минут, легко вынести даже в стоячем положении, не говоря уже про молодых здоровяков и более покойное положение. Тяжесть будет возрастать понемногу, изменяясь от 1 до 1,4 по отношению к обыкновенной. Наклон этой относительной тяжести к отвесу также растет постепенно, от нуля до 45°. Горизонтальная земная поверхность, по мере увеличения ускорения, как бы наклоняется все более и более и в конце ускоренного движения кажется для пассажира, что поезд мчится на гору под углом в 45°. В начале движения эта гора почти горизонтальна потом делается все круче, под конец же твердого пути представится почти отвесной. Зрелище ужасающее и поражающее. Трение и сопротивление воздуха немного ослабляют ускоренное движение и потому ослабляют и самое усиление тяжести.

76. Когда поезд срывается с твердого грунта и мчится в воздухе, то явление усложняется.

В атмосфере будет тоже самое, если равнодействующая взрывающих сил будет направлена вдоль продольной малонаклонной оси ракеты. Тогда она, падая, будет испытывать сопротивление воздуха, равное ее весу. Воздух будет давить на нее, как и твердая дорога.

Однако ракета, летя в наклонном положении, носом кверху, не упадет на землю, так как будет подниматься быстрее, чем опускаться.

77. Опускание от земной тяжести будет в начале медленное и ускоренное, потом же достигнет такой скорости, при которой давление воздуха сравняется с весом ракеты. Тут отвесная скорость падения сделается постоянной и не очень значительной в сравнении с непрерывно возрастающей скоростью поднятия ракеты.

78. Ракета, параллельно утроенная или учетверенная, на три квадр. метра своей горизонтальной проекции даст тяжесть, при начале взрывания, как мы видели, около 0,9 тонны. (Для ракет с диаметром в 1 м. — в 9 раз меньше). На 1 кв. метр придется 0,3 т. (см. 8). Таково же будет и давление воздуха на квадр. метр горизонтальной проекции снаряда. Это обстоятельство может нам служить для составления уравнения. Оно же нам даст необходимые выводы.

79. Примем направление равнодействующей взрывания горизонтальным. Тогда встречный поток будет направлен на ракету (полагая основание ее плоским) под углом, которого тангенс равен (Скп : Скр), где означены постоянная скорость падения ракеты от ее тяжести и переменная скорость поступательного движения ракеты.

80. Давление воздушного потока на нормальную к нему поверхность одного квадратного метра будет не менее (Плв : 2Уз). $Скр^2$, где даем плотность воздуха, ускорение земной тяжести и скорость потока.

Поток же, действующий на пластинку в наклонном положении, давит сильнее (в удвоенный тангенс угла; см. 80). Следовательно, давление на каждый квадратный метр основания ракеты выразится (см. 79 и 80):

(Плв : Уз) . Скр . Скп.

81. Величину этого давления мы должны приравнять весу ($В_1$) ракеты, приходящемуся на 1 кв. метр ее основания (0,3 тонны или 300 килогр.). Следовательно:

$$В_1 = (Плв : Уз) . Скр . Скп .$$

Отсюда: $\frac{Скп}{Скр} = (Уз . В_1) : (Плв . Скр^3)$. Из этого видно, что относительная скорость падения, или угол этого падения (тангенс) быстро уменьшается с увеличением поступательной скорости ракеты. Но он увеличивается с уменьшением плотности воздуха, т.-е. с поднятием ракеты в высоту.

82. Вычислим тангенс этого угла для разных скоростей ракеты и разных плотностей воздуха.

Если напр.: Плв = 0,0012 B_1 = 0,3 т. Уз = 10 м. Скр = 1000 м., то наклон будет = 0,0025. Даже на высоте 8 — 10 кило, где воздух вчетверо реже, наклон будет = 0,01. При секундной скорости ракеты вдвое меньшей (500 м.), наклон будет 0,04. И этот наклон в 2,5 раза меньше принятого нами наклона (0,1) продольной оси ракеты к горизонту (когда она сходит с твердого пути). Значит и при этих условиях ракета не только не будет падать, но и будет быстро подниматься кверху, удаляясь от поверхности Земли еще и в силу ее шарообразности.

83. Но разреженность воздуха, с течением времени возрастает гораздо быстрее квадрата поступательной скорости ракеты. Поэтому наступит момент, когда тяжесть ракеты не будет уравновешиваться сопротивением атмосферы, относительная вертикальная составляющая тяжести будет уменьшаться — и в пустоте, за пределами атмосферы, исчезнет. Тогда останется только тяжесть от ускоренного поступательного движения ракеты, равного 10 метрам. Оно произведет кажущуюся тяжесть по напряжению равную земной, но по направлению ей почти перпендикулярную. Тогда Земля покажется отвесной стеной, параллельно которой мы движемся (восходим).

Но и это продолжится лишь несколько минут: взрывание прекратится и всякие следы тяжести как бы исчезнут.

84. Если положим в последнем уравнении тангенс угла наклона в 0,1 и Скр = 1000 м., то вычислим: Плв = 0,00003, т. е. можно мчаться до высоты, где плотность воздуха очень мала (0,00003. Она будет в 40 раз меньше, чем у уровня океана) и все же не падать при скорости в 1000 м. Такая скорость еще не развивает центробежную силу, равную тяжести Земли и потому не делает путь круговым — без приближения и удаления от Земли. Лишь по достижении секундной скорости в 8 кило или около, путь будет круговым и вечным (только вне атмосферы).

85. Охарактеризуем наши поезда разных систем. Могут быть четыре случая.

А. Ракеты устроены почти одинаково. Запас взрывчатых веществ у всех один и тот же, но **взрывание тем сильнее**, чем масса поезда больше. Благодаря этому, **ускорение** для всех частных поездов **одно и то же**. но **время** взрывания **обратно массе** поезда. (62 и 63).

Б. Запас взрывчатых веществ и **сила** взрывания тем больше, чем больше масса частного поезда. Вследствие этого секундное **ускорение** и **время** взрывания для всех поездов одинаковы (см. 66).

В. **Запас** взрывчатых веществ **пропорционален массе** частного поезда, но **сила взрывания постоянна**. В этом случае **время взрывания** в каждом поезде **тем больше, чем масса его больше. Ускорение же обратно массе** частного поезда. Этот случай нами не разобран.

Г. **Все ракеты совершенно тождественны** по запасу горючего и взрывной машине. Чем больше масса частного поезда, тем меньше ускорение. **Время взрывания** для всех поездов **одинаково** (см. 49).

86. Система А неудобна тем, что требует у первых ракет сильного или быстрого взрывания, а следовательно, усложнения и утяжеления взрывного механизма. От этого же и напряжение первых длинных поездов будет громадно. Вся система грозит разрывом и потому нельзя употреблять многоракетных поездов. Прибавочная скорость каждого поезда такая же, как и в системе Г. Выгода — в уменьшении длины твердого пути и времени взрывания, но это совсем не важно (62 и 63).

87. Система Б, как и предыдущая (А) требует увеличения массы и об'ема ракеты тем большего, чем больше членов в ведущем ею поезде. Ведь горючее требует помещения, также более сложные и сильные машины. Нельзя тогда и употреблять много ракет в поезде: он разорвется от сильного ускоренного движения. Выгода в быстром увеличении скорости, так как прибавочная скорость одна и та же для всех поездов. Значит окончательная скорость пропорциональна числу ракет в поезде. Если, напр., прибавочная скорость одиночной ракеты составляет 8 кило, то поезд системы Б, состоящий из двух ракет, достигает секундной скорости в 16 кило, что почти достаточно для блуждания среди иных солнц. Если мы можем от одиночной ракеты получить скорость в 2 кило, то четырехракетный поезд даст последней ракете уже первую космическую скорость в 8 километров (см. 66).

88. Система (В) практичнее, потому что для длинных поездов ускорение будет слабое, как в системе (Г) и потому можно употребить для поезда множество ракет. Взрывные механизмы и самые ракеты почти одинаковы. Но так как **количество горючего пропорционально массе** частного поезда, то передние ракеты должны быть больше, чтобы вместить большую массу горючего. В этом их недостаток. Но мы видели, что простора в наших ракетах довольно и потому поезд из 2-3 ракет возможен и без изменения об'ема приборов. Еще выгода в том, **что прибавочные скорости не уменьшаются** с увеличением числа ракет, как в системе Б. Действительно, хотя ускорение в длинном массивном поезде и меньше, но время взрывания, в силу большого запаса горючего, во столько же раз больше. Поэтому **окончательные прибавочные скорости у всех частных поездов одинаковы**, что представляет большое преимущество. Удлинение же времени и твердого пути (сравнительно с системами А и Г) не существенно.

89. Хотя мы этот случай не разбирали, но относительно величины прибавочных скоростей может служить таблица 66. Эта система В заслуживает самого усиленного внимания. Если бы мы, например, могли от одиночной ракеты достигнуть скорости всего лишь в 1 кило (пушечная скорость может быть больше),

что по таблице моего **исследования** 26 г. требует относительного запаса от 0,2 до 0,3, то и тогда довольно 17 поездов, чтобы достигнуть наибольшей космической скорости, достаточной для достижения всех наших планет (но не спуска на них) и блуждания в Млечном пути. Запас горючего в ракетах, начиная с передней, будет не более:

5,1 4,8 4,5 4,2.... 1,2 0,9 0,6 0,3

Такие запасы вполне допустимы. Последняя космическая ракета будет почти пуста, т. е. свободна от горючего.

Вот какие перспективы обещает применение поездов, вот как они могут облегчить получение космических скоростей!

90. О системе Г (см. 49) мы достаточно говорили раньше. Ее преимущество в полном однообразии элементов поезда (кроме последней космической ракеты).

Вообще, совершив свое дело, т. е. отправив последнюю ракету в космическое путешествие, все остальные ракеты, какой бы то ни было системы, пролетев более или менее длинный путь в атмосфере, планируя, спускаются на сушу или воду и опять могут служить для того же. **Один и тот же поезд, на одном и том же пути, может отправить миллионы приборов в небесное путешествие.** Требуется только непрерывный расход на горючее из дешевых продуктов нефти и эндогенных соединений кислорода.

Недостаток системы Г в малой прибавочной скорости. Но если ряд 89 заменим равными членами напр., в 5,1, то система В превратится в Г и тогда окончательная скорость еще на много возрастет.

91. Вопрос о материалах для сжигания, устройства взрывных труб, оболочки и других частей ракеты не может быть сейчас решен. Поэтому я пока предполагаю для элементов взрыва нефтяные продукты и жидкий кислород или его эндогенные соединения, а для устройства ракеты — разные известные сорта стали: хромовую, берилиевую и проч.

Конечно много выгоднее употребить для элементов взрыва одноатомный водород и озон. Но устойчивы ли достаточно такие материалы и могут ли иметь удобный жидкий вид! Это должны решить химики, специально занимающиеся подобными веществами.

Если возможны хорошие результаты с кислородом, нефтью и сталью, то тем лучше они будут при иных более выгодных материалах.

Вопрос о твердой дороге разработан в моем сочинении **„сопротивление воздуха“** 27 г.

Прибавление о температуре космической ракеты.

Даже среди ученых существуют противоречивые и неясные представления о температуре тел в эфире, напр., о температуре ракеты.

Говорят о температуре небесного пространства. Говорить об этом невозможно: это не имеет смысла, потому что мы не имеем ясного понятия об эфире. Можно говорить только о температуре газов, жидкостей и твердых тел, помещенных в небесном пространстве.

Если допустить, что кругом какого нибудь тела, в эфире небесного пространства, нет никаких других тел, напр., солнц, планет, комет и малых тел, то такое тело будет только терять теплоту, не получая ее взамен от других тел. Весьма вероятно, что температура такого тела дойдет до абсолютного нуля, т. е. будет иметь 273° холода по Цельсию: движение молекул остановится, но это не значит, что движение их частей, и тем более протонов, и электронов прекратится. Едва ли вполне прекратится даже движение молекул и атомов.

Но мы не будем погружаться в глубины вопроса. Нам нужно представление о простой температуре тел в небесном пространстве. Весьма вероятно, что она близка к 273° холода. Такова температура в удалении от солнц, когда они кажутся звездочками, ибо нагреванием от них тогда можно пренебречь. Сомневаться в этом трудно (хотя и в этом деле выводы ученых разноречивы). Действительно, теперь фактически подтверждается, что температура планет, удаленных от солнца, очень низка, между тем как они нагреваются солнечными лучами. Если бы они удалились еще дальше от светила, так что все солнца показались бы им звездами, то эта температура несомненно дошла бы до абсолютного нуля (273° холода по Цельсию).

Планеты еще обладают собственной теплотой, они еще борятся с их охлаждением, у них еще большой запас тепла и его источников.

Тела же небольшие, к которым можно причислить не только земные тела человеческого обихода, но и астероиды (если они удалены от теплых или накаленных тел), — быстро достигают степени абсолютного холода.

Поэтому космическая ракета, вдали от Солнца, между едва мерцающими звездами, повидимому, находится в критическом положении. Ее температура скоро должна дойти до 273° холода.

Но, во первых, она может иметь в себе источник тепла, во вторых, — может быть настолько защищена рядом оболочек от потери тепла, что эти потери будут легко вознаграждаться искусственно даже в течение тысяч лет.

Но этот вопрос мы пока оставим. Обратимся к снаряду, который находится на том же расстоянии от Солнца, как Земля. Это нисколько не мешает ему быть вне Земли, на ее орбите, на сотни миллионов верст расстояния от Земли, когда она представляется маленькой звездочкой, подобной Венере.

Наша ракета будет терять тепло только от лучеиспускания, ибо воздуха или другой материальной среды кругом ее нет. Но она же будет и получать тепло от Солнца и потому

температура ее будет понижаться только до тех пор, пока расход теплоты (от лучеиспускания) не сделается равным приходу (от лучей Солнца).

Значит надо сообразить о величине прихода и расхода и тогда уже решать вопрос о величине установившейся постоянной температуры тела.

Величина прихода, конечно, зависит от энергии лучей Солнца. Мы эту энергию примем постоянной. Но она может совсем не восприниматься нашим телом, если оно покрыто со стороны Солнца одной, или несколькими блестящими оболочками, целиком отражающими эту теплоту. Значит, как бы ни была велика энергия лучей Солнца, она может не восприниматься нашей ракетой, благодаря ее устройству и свойствам поверхности.

Наоборот, есть черные поверхности, которые почти целиком поглощают падающую на них теплоту Солнца.

Итак, приход тепла может колебаться от нуля до некоторой максимальной величины, зависящей от энергии согревающих лучей.

Если бы не было расхода тепла от лучеиспускания, то наша ракета тогда нагрелась бы до температуры Солнца.

Обратимся же к расходу теплоты.

Всякие поверхности тел теряют теплоту, но одни больше, другие — меньше. Притом эта потеря быстро возрастает (в четвертой степени) с увеличением абсолютной температуры тела. Конечно, потери возрастают и с увеличением поверхности (напр., снаряда).

Все эти соображения и вычисления приводят к следующим выводам.

Сооружение, с одной стороны обращенное к Солнцу, имеющее с этой стороны темную поглощающую тепло поверхность, а с другой, противоположной (теневой), огражденное от потери лучистой энергии несколькими блестящими поверхностями, может иметь температуру, высший предел которой не менее 150° Ц.

Вот практический пример. Имеем шарообразный замкнутый сосуд с газом. Третья доля его поверхности, обращенной к Солнцу, закрыта стеклами, хорошо пропускающими лучистую энергию. Она падает на темную поверхность внутри шара, которая хорошо поглощает лучи солнца. Остальные две трети поверхности ограждены от потерь тепла одной или несколькими блестящими поверхностями. Температура газа внутри шара доходит до 150° Ц.

Тот же полый шар, обращенный к Солнцу блестящей поверхностью, получает внутри температуру близкую к 273° холода. Колебание теплоты более 400° Ц.

Тот же шар, повернутый к Солнцу боком, так что только часть прозрачной поверхности получает лучи Солнца, имеет температуру среднюю между 273° холода и 150° жары.

Поворачивая шар так и сяк, мы получаем любую температуру между этими пределами. Напр., температуру всех климатов, всех высот и всех времен года земного шара.

Если наш снаряд будет достаточно быстро вертеться, обращаясь периодически прозрачной стороной к Солнцу, то в нем установится средняя температура, близкая (по расчету) к 27° Ц. Это почти вдвое больше, чем средняя температура нашей вращающейся планеты (про землю).

Но последняя, большую часть солнечных лучей не воспринимает, а отражает обратно в небесное пространство. Ведь 50% земной атмосферы покрыты всегда облаками, блестящая поверхность которых прекрасно отражает солнечный свет. Вот почему средняя температура Земли близка к 15° Ц.

Вообще температура планет дело условное и очень сложное и мы не имеем в виду тут разбирать этот вопрос. В моих рукописях много соображений и вычислений о температуре планет. В печатных же трудах приведены только результаты их...

Кажется, что теперь вопрос о температуре космических ракет достаточно уяснился...

Однако может быть и такое устройство небесных снарядов, что температура их будет выражаться не сотнями, а тысячами градусов. Для этого нужно еще уменьшить расход тепла, не уменьшая его прихода от Солнца.

Если бы мы в нашем шаре уменьшили площадь окон и увеличили площадь блестящей поверхности, то потеря тепла уменьшилась бы, но за то и приход тепла сократился бы. Из этого заколдованного круга однако можно выйти. Можно оставить в шаре очень маленькое прозрачное отверстие и впускать в него любое количество солнечной энергии, посредством собирательного стекла или сферического зеркала. Отверстие в шаре должно при этом совпадать с фокусным изображением Солнца. Так потери тепла дойдут до минимума, без всякого сокращения прихода солнечной энергии.

Что же выйдет? Количество тепла в шаре будет возрастать до тех пор, пока ежесекундный приход не сравняется с секундным расходом. Это непременно должно случиться, так как с возвышением температуры расход тепла возрастает. Температура внутри шара может дойти до 1000 и более градусов.

Если бы даже наш снаряд удалился к пределам солнечной системы, там, где вращается с своими кольцами Сатурн, где мчатся Уран и Нептун, — и там космическая ракета могла бы получить от Солнца теплоту, достаточную для жизни (описанным путем).

Наоборот, есть возможность получения низкой температуры, несмотря на самые горячие лучи Солнца. Это дает средство путешествовать нашему ракетному прибору по близости Солнца.

Не только там, где кружится и жарится в солнечном жару Меркурий, но и еще ближе.

Уже давно (с 1920 г.) мы об этом писали и теперь только повторяем ранее сказанное.

Отзывы о ракете.

Ленинградский институт инженеров путей сообщения.
Проф. Н. А. Рынин. Теория реактивного движения 1929 г.

Стр. 4..... К. Э. Циолковский является пионером в области реактивных межпланетных кораблей, и в этой краткой статье (64 страницы) мы не можем дать полную оценку его многочисленных работ в этой области...

Стр. 5..... Основы теории ракетного корабля были изложены в 1903 г. К. Э. Циолковским. В дальнейшем эта теория пополнялась работами Эсно-Пельтри, Годдарда, Оберта, Лоренца, Ладемана, Шершевского и Вальера...

Стр. 49.... После классической работы Циолковского вышло в свет много работ других ученых...

Прим. К. Ц. Мы особенно дорожим этим отзывом авторитетного, добросовестного, известного и талантливого ученого, собравшего в своей библиотеке более 500 работ по реактивному движению и издавшему много полезных и солидных трудов как по своей специальности, так и по летанию в воздухе и в пустоте.

Я. И. Перельман. Межпланетные путешествия. 6-ое издание. 1929 года.

Стр. 77.... Начнем с планов нашего соотечественника, К. Э. Циолковского, теоретические изыскания которого опередили исследования других деятелей на том же поприще не только по времени, но и по полноте и разносторонности...

Стр. 183.. . Поучительно отметить, что ко времени издания нашей книги (1915 г.) в подобный список (работ о межпланетных сообщениях) можно было бы включить только одно имя — К. Э. Циолковского...

Прим. К. Ц. Я. И. Перельман достаточно известен, как талантливый популяризатор многочисленных книг по физико-математическим наукам и первый распространитель в СССР идей звездоплавания. К ним же нужно присоединить и инженера В. В. Ржмина.

Благодаря им. Н. А. Рынину, Б. А. Шершевскому (чистокровный русский, находящийся пока в Германии), Роберту Ладеману, Вилли Лею и другим, приоритет и научность моих работ не оспаривается даже на западе.

П. Н..... Вы открыли путь к завоеванию солнечной системы, которая дает в два миллиарда раз больше энергии, чем какую имеет Земля. Если бы какой нибудь новый Колумб открыл для человечества две тысячи миллионов новых планет, подобных Земле, и предоставил их в распоряжение человечества, то он не сделал бы для людей более вас...

Отзывы о монизме.

Май 29 г. Е. Л.... Особенно ценной является.... книжка **воля вселенной**, как заключительный аккорд **монизма и причины**...

Ректор..... университета... Автор не может отвечать за те ложные выводы, которые могут сделать из его трудов...

К. Циолковский.

К. ЦИОЛКОВСКИЙ.

Реактивный двигатель.

Реактивными приборами я занимаюсь с 1895 г. И только теперь, в конце 34-летней работы, я пришел к очень простому выводу относительно их системы. Ларчик, как видно, открывался просто: эти двигатели уже давно изобретены и требуют только незначительных дополнений.

Взрывные (внутреннего сгорания или тепловые) моторы в то же время и реактивные. Только реакциею выбрасываемых газов теперь не пользуются: они выбрасываются без всякой пользы в разные стороны и без посредства конических труб.

Причина—разумная: их действие довольно слабо вследствие малого количества сжигаемого горючего. Их действие слабо еще от малой скорости движущих снарядов и от того, что расширению и использованию теплоты выхлопотных продуктов горения мешает давление атмосферы.

Все это меняется, если применять аэроплан в разреженных слоях атмосферы, при больших скоростях его поступательного движения и при употреблении конических труб, направленных в одну сторону — назад. Через них будут вырываться выхлопотные газы.

Сообразим-ка, насколько велик их отброс. Пусть имеем мотор в 1000 метр. сил (по 100 кгм каждая). Пусть он потребляет на силу в час 0,5 кило горючего. На 1000 сил его пойдет 500 кило. Если горючее—водород, то атмосферного кислорода пойдет в 8 раз больше, т.-е. 4000 кило. Но кислород в атмосфере составляет только пятую долю, так что масса потребляемого воздуха составит 20 тысяч кило. Водородом пренебрежем. Более 20.000 выбрасывается в час, а в секунду выкидывается 5,6 кило паров и газов. Это — большое количество. Не только пренебрегать им нельзя, но оно достаточно для получения огромных скоростей.

В моем „**Исследовании**“ 26 г., на стр. 108, приведена таблица 24 на космическую ракету в одну тонну весом. Эта ракета получает первую космическую скорость в 8 кило, при запасе горючего (вместе с кислородом) в 4 тонны. Одного горючего пойдет от половины до одной тонны (если не брать с собой запасный кислород). Космическая скорость приобретается через 800 секунд, секундное ускорение снаряда 10 метров, продуктов горения выбрасывается в секунду 5 кило, т.-е. даже менее, чем в нашем моторе.

Правда, благодаря примеси в горении огромного количества азота, скорость выбрасываемых продуктов горения не достигнет и 3 кило в секунду. Значит скоростей космических мы тут не достигнем, хотя они будут близки к ним.

Но пойдем дальше. Ракета весит тонну. Может-ли она из этой массы иметь мотор в 1000 сил? Теперь моторы делают еще вдвое легче, чем недавно; так что мотор в тысячу сил будет весить только 50 кило. Это тем более возможно, что мотор может быть очень несовершенен: он может давать не тысячу сил, а только 200, даже менее, лишь бы он сжигал как можно больше материала. Чем больше он будет сжигать его, тем лучше, потому что нам нужна не столько работа, сколько взрывы и выбрасывание газов.

Обратим еще внимание на то, что мы принимаем запас горючего в четыре тонны. Если же мы сумеем воспользоваться хоть отчасти кислородом воздуха, то достаточно будет взять одну тонну горючего. Значит у нас будет экономия в 3 тонны. Такая масса может послужить для самых разнообразных целей. Напр., для увеличения запаса водородных соединений (и достижения космических скоростей), для увеличения числа пассажиров, улучшения и укрепления оборудования и т. д.....

В чем же дело, как совершать полет, как усовершенствовать его и приблизиться к заатмосферному летанию?

Представим себе описанный мною аэроплан возможно меньших размеров. Его двигатели сначала работают очень сильно винтами и меньше реакциею отбрасываемых газов. По мере же поднятия в высоту и приобретения скорости, работа винтов ослабляется, а работа сжигания горючего увеличивается. Это возможно, потому что всякий мотор может работать даже в холостую, т. е. безрезультатно. Таким образом, работа винта постепенно переходит на реактивную работу. В конце концов, винт устраняется или вертится без тяги, или совсем останавливается, направив свои лопасти вдоль встречного воздушного потока.

Работою двигателей мы, однако, воспользуемся, во-первых, для накачивания воздуха в моторы, во-вторых — в сильно разреженных слоях воздуха или в пустоте (когда это накачивание невозможно) — для нагнетания запасенных элементов взрыва во взрывные трубы и приобретения космических скоростей.

Если имеем 10 моторов, каждый в 10 цилиндров, которые дают по 30 оборотов в секунду, то получим 3000 хлопков в секунду и реактивное давление от одной до 5 тонн. Это на 100 труб. На каждую придется среднее давление от 10 до 50 килогр.

Циолковский.